COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 SEPTEMBRE 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1899, *a*), *faites, au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet et A. Féraud. Note de M. G. RAYET.

COMÈTE SWIFT (1899, *a*).

Dates. 1899.		Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observateurs.
			h m s	m s	′ ″	
Mai	18.....	1	15.27.23,57	−1.30,31	+ 7. 1,26	G. Rayet
	30.....	2	14.19.10,52	+2.12,64	−11.23,60	A. Féraud
	31.....	3	13.57.49,88	−3.59,77	+ 1.59,40	A. Féraud
Juin	2.....	4	14.31.57,47	−2. 5,14	− 6.59,63	G. Rayet
	3.....	5	14.43.52,95	−0.52,13	−12. 5,28	G. Rayet
	5.....	6	14.30. 9,22	+0.46,38	+14.16,37	G. Rayet
	6.....	7	17. 2.23,20	+1.10,79	− 3.59,61	A. Féraud

Dates. 1899.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔⓅ comète.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″	
13.....	8	16. 9.19,64	—2.49,10	— 3.56,42	G. Rayet
14.....	9	16. 2.18,78	+3. 3,77	+ 1.21,16	G. Rayet
16.....	10	15.23.36,94	—2.12,95	— 6.52,24	A. Féraud
25.....	11	16.37.15,20	+1.32,53	— 1.29,71	G. Rayet
26.....	12	16.33.33,56	—2.10,66	— 0.19,75	G. Rayet
27.....	13	16.59.17,01	+2.49,23	+ 3. 1,64	G. Rayet
Juillet 4.....	14	17.33.21,52	—1.35,12	+15.45,54	G. Rayet
5.....	15	16.45.26,66	+1.47,22	+ 5. 5,33	A. Féraud
7.....	16	16.47.23,68	+1.21,13	— 0.40,82	A. Féraud
8.....	17	17.18.21,02	—2. 0,04	+ 9.58,54	A. Féraud
9.....	18	17.25. 2,03	+2.23,46	— 0.32,16	G. Rayet
13.....	19	17.42.21,05	+0.53,69	— 0.13,09	G. Rayet
14.....	20	18. 7.16,92	—1.30,67	+ 1.44,22	G. Rayet
15.....	21	18.25.14,50	+2. 8,56	— 2.19,23	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1899,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Battermann 1895, 1541....................	22.36. 5,06	+1,54	46.15. 4,0	+ 3,69
2...	½ [A.O. 18722. — A.G. Hels. Gotha 10020]..	18.49. 8,36	+2,90	32.53.46,9	+ 7,06
3...	¼ [Groomb. 2609. — A.O. 18397-8. — Bad. 3978. — A.G. Hels. Gotha 9856].......	18.30.50,04	+3,00	33. 1.54,0	+ 6,69
4...	A.G. Hels. Gotha 9436....................	17.42. 1,25	+3,19	34.48. 3,2	+ 5,82
5...	A.G. Camb. U.S. 5239....................	17.19.54,35	+3,24	36. 3.14,5	+ 5,26
6...	A.G. Cambridge U.S. 5072...............	16.42.28,98	+3,29	38.24.14,2	+ 4,48
7...	½ [A.O. 16245. — A.G. Bonn 10554].......	16.25.49,72	+3,31	40.21.48,5	+ 4,54
8...	½ [Paris III 19126.—A.G. Lund. Z. 6,26, 28]..	15.20.31,97	+3,22	51.27. 6,2	+ 3,61
9...	½ [B.B. VI+37°, 2617.—A.G. Lund. Z. 19, 21]	15. 8.27,97	+3,19	52.47.30,2	+ 3,69
10...	½ [Paris II 18709.— A.G. Leyde Z. 42, 178].	15. 3. 2,04	+3,18	55.38.44,9	+ 3,88
11...	⅓ [Paris III 17936.—A.G. Camb. Eng. 6892. — A.G. Berlin 5104]..................	14.30.14,95	+3,06	65. 7. 8,9	+ 5,16
12...	½ [Paris III 17980. — A.G. Berlin B. 5112].	14.31.59,07	+3,06	65.56.16,7	+ 5,18
13...	B.D. + 23°, 2700..........................	14.25.10	+3,03	66.44	+ 5,46
14...	½ [Paris III 17709.— A.G. Berlin A. 5210].	14.20.21,29	+2,98	71.17.16,8	+ 6,09
15...	A.G. Berlin A. 5190......................	14.16. 6,41	+2,96	72. 1.44,5	+ 6,41
16...	⅓ [Pulk$_1$ 2117.—Pulk$_2$ 3203—A.G. Berlin A. 5187]................................	14.14.58,77	+2,95	73.13.51,6	+ 6,57
17...	Observation méridienne Bordeaux.........	14.16.38,54	+2,94	73.35.17,9	+ 6,51
18...	½ [Paris III 17528. — A.G. Berlin A. 5174].	14.12.38,73	+2,93	74.16.10,1	+ 6,77
19...	Weisse$_1$ H. XIV 172......................	14.12.18,78	+2,89	76. 7.42,4	+ 7,07
20...	⅓ [Pulk$_1$ 2115.—Yarn$_3$ 6022.—Glasg. 3549].	14.14.22,82	+2,90	76.31.44,9	+ 7,03
21...	Weisse$_1$ H. XIV 132......................	14.10.26,03	+2,87	77. 1.12,8	+ 7,27

Positions apparentes de la comète Swift (1899, *a*).

Dates. 1899.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 18....	11.41.39,16	22.34.36,29	$-\bar{1},748$	46.22. 9,0	$-0,762$
30....	9.46.26,34	18.51.23,90	$-\bar{1},864$	32.42.30,4	$-0,136$
31....	9.21.13,30	18.26.53,27	$-\bar{1},859$	33. 4. 0,1	$-0,128$
Juin 2....	9.47.23,48	17.39.59,30	$-\bar{1},735$	34.41. 9,4	$-\bar{2},079$
3....	9.55.21,10	17.19. 5,46	$-\bar{1},653$	35.51.14,5	$+\bar{1},500$
5....	9.33.47,80	16.43.18,65	$-\bar{1},575$	38.38.35,1	$+\bar{1},290$
6....	12. 1.40,93	16.27. 3,82	$+\bar{1},000$	40.17.53,4	$+\bar{1},856$
13....	10.40.57,49	15.17.46,09	$+\bar{1},075$	51.23.13,4	$-0,011$
14....	10.30.19,05	15.11.34,93	$+\bar{1},068$	52.48.55,1	$-0,093$
16....	9.43.51,73	15. 0.52,27	$+\bar{2},708$	55.31.56,5	$-0,195$
25....	10.21.54,71	14.31.50,54	$+\bar{1},382$	65. 5.44,4	$-0,530$
26....	10.14.17,76	14.29.51,47	$+\bar{1},377$	65.56. 2,1	$-0,544$
27....	10.36. 1,08	14.28. 2	$+\bar{1},449$	66.47. »	$-0,577$
Juillet 4....	10.42.28,65	14.18.49,15	$+\bar{1},524$	71.33. 8,4	$-0,664$
5....	9.50.45,71	14.17.56,59	$+\bar{1},428$	72. 6.56,2	$-0,642$
7....	9.44.50,59	14.16.22,85	$+\bar{1},431$	73.13.17,4	$-0,660$
8....	10.11.46,94	14.14.41,44	$+\bar{1},498$	73.45.23,0	$-0,665$
9....	10.14.30,94	14.15. 5,12	$+\bar{1},516$	74.15.44,7	$-0,688$
13....	10.16. 3,49	14.13.15,36	$+\bar{1},539$	76. 7.36,4	$-0,711$
14....	10.36.59,37	14.12.55,05	$+\bar{1},568$	76.33.36,2	$-0,725$
15....	10.50.58,10	14.12.37,46	$+\bar{1},592$	76.59. 0,8	$-0,739$

» Dans les derniers jours de mai, la partie brillante de la comète a la forme d'un V dont la pointe, formant un noyau de 8e grandeur, est dirigée vers le Soleil. La nébulosité totale est ronde, avec diamètre d'environ 8′.

» En juin et juillet, la comète a progressivement faibli sans changer notablement de forme. Le 15 juillet, elle présentait une nébulosité ronde, d'environ 3′ de diamètre, avec noyau diffus excentré.

» Les observations actuelles font suite à celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* du 27 mars. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur de l'« Instituto y observatorio de Marina de San Fernando »** adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Septembre 1899.

» L'éclipse totale du Soleil du 27 mai 1900 étant visible en Espagne, le Ministre de la Marine s'est adressé au Ministre des Finances en vue d'obtenir l'admission, en fran-

chise de tous droits, des instruments des astronomes étrangers qui pourraient venir dans notre pays pour l'observation du phénomène.

» Je serai très heureux d'être informé des noms des personnes ou des missions qui projettent une expédition, de la date probable de leur arrivée, et de la douane où ils comptent délivrer leurs instruments, afin de pouvoir rendre tous les services en mon pouvoir et faire accorder toutes les facilités pour la prompte délivrance des appareils et des instruments. »

Cette Lettre est renvoyée à la Section d'Astronomie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* EP (*J. Mascart,* 1899 *août* 26) *faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé, par M.* Chofardet. Note de M. **L.-J. Gruey**, transmise par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles de Comparaison.	Grandeur.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Planète. — Étoile. Distance polaire.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Août 29..........	*a*	9,7	—0.57,93	— 4. 1,6	6:6
29..........	*a*	9,7	—0.59,18	— 3.52,4	12:9
30..........	*b*	10	+1. 2,54	— 1.18,1	6:6
30..........	*a*	9,7	—1.40,47	+ 1. 9,4	6:6
31..........	*b*	10	+0.22,76	+ 3.33,9	6:6
31..........	*a*	9,7	—2.20,19	+ 6. 1,4	6:6
Sept. 1..........	*c*	9	—1.55,51	— 1. 9,1	12:9
1..........	*b*	10	—0.29,43	+10. 5,7	12:9

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	21.27.49,70	+4,47	96.25.45,1	—23,2	11735 Munich$_2$
a	21.27.49,70	+4,47	96.25.45,1	—23,2	»
b	21.25. 6,74	+4,47	96.28.12,7	—23,0	Anon. rapp. à ★ *a*
a	21.27.49,70	+4,47	96.25.45,1	—23,2	11735 Munich$_2$
b	21.25. 6,74	+4,47	96.28.12,7	—23,1	Anonyme
a	21.27.49,70	+4,47	96.25.45,1	—23,3	11735 Munich$_2$
c	21.26.40,89	+4,48	96.38.31,0	—23,2	558 Weisse$_1$
b	21.25. 6,74	+4,47	96.28.12,7	—23,1	Anonyme

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 29....	11.44.38	21.26.56,24	$\bar{2},937$	96.21.20,3	$0,850_n$
29....	12.24.47	21.26.54,99	$\bar{1},187$	96.21.29,5	$0,848_n$
30....	10.20. 8	21.26.13,75	$\bar{2},729_n$	96.26.31,6	$0,850_n$
30....	10.20. 8	21.26.13,70	$\bar{2},729_n$	96.26.31,3	$0,850_n$
31....	7.49.12	21.25.33,97	$\bar{1},450_n$	96.31.23,5	$0,842_n$
31....	7.49.12	21.25.33,98	$\bar{1},450_n$	96.31.23,2	$0,842_n$
Sept. 1....	8.14.20	21.24.49,86	$\bar{1},383_n$	96.36.58,7	$0,845_n$
1....	12.35.30	21.24.41,78	$\bar{1},288$	96.37.55,3	$0,847_n$

La première série du 29 et celles des 30 et 31 août ont été un peu contrariées par des nuages.

ASTRONOMIE. — *Observations des Perséides faites à Athènes.* Note de M. D. **Eginitis**, transmise par M. Lœwy.

« Les observations des Perséides ont été favorisées, cette année, par un temps très beau et l'absence de la Lune; elles ont duré pendant quatorze jours. Trois observateurs, MM. Terzakis, Maris et Tsapekos ont tracé les trajectoires des météores observés, sur des Cartes préparées exprès.

» Voici les résultats de ces observations :

Jour.	Heure.		Nombre de météores.	Nombre horaire.	Radiants.
	h m	h m			
1 août	10. 0	13.40	12	3	$\alpha = 43°, 18°$
					$\delta = 47°, 55°$
2 »	10. 0	13.50	1	»	
3 »	10. 0	13.30	15	4	$\alpha = 35°, 34°$
					$\delta = 57°, 38°$
4 »	9.15	11.45	4	2	$\alpha = 20°, 43°$
					$\delta = 68°, 64°$
5 »	9.15	13.30	42	18	$\alpha = 15°, 40°, 43°$
					$\delta = 36°, 35°, 50°$

Jour.	Heure.		Nombre de météores.	Nombre horaire.	Radiants.
	h m	h m			
6 »	9.20	13.30	18	4	$\alpha = 44°, 43°$ $\delta = 56°, 42°$
7 »	9.20	13.10	31	8	$\alpha = 42°$ $\delta = 57°$
8 »	9. 0	16. 0	102	15	$\alpha = 56°, 33°, 54°, 38°, 42°, 30°, 35°, 20°, 40°, 50°$ $\delta = 48°, 60°, 67°, 47°, 60°, 58°, 56°, 59°, 52°, 52°$
9 »	9.10	16.10	166	19	$\alpha = 45°, 46°, 36°, 40°, 43°$ $\delta = 55°, 56°, 55°, 56°, 50°$
10 »	9.20	16.10	272	39	$\alpha = 45°, 56°, 40°, 37°$ $\delta = 57°, 57°, 57°, 58°$
11 »	9.15	16.10	190 (1)	28	$\alpha = 42°, 33°, 55°, 50°, 32°$ $\delta = 58°, 58°, 53°, 45°, 56°$
12 »	9.15	14.20	99	20	$\alpha = 43°, 45°, 37°, 50°, 65°$ $\delta = 58°, 57°, 57°, 52°, 46°$
13 »	Ciel couvert.				
14 »	9. 0	13.30	55	12	$\alpha = 41°$ $\delta = 57°$

» Les Perséides ont été plus nombreuses cette année que l'année précédente; le maximum de leur chute a eu lieu, ainsi que l'année précédente, le 10 août de 12^h à 14^h. La couleur de ces météores était, la plupart du temps, jaune, quelques-uns seulement étaient jaune rougeâtre; presque tous étaient faibles (5e grandeur) et rapides. Très souvent on les voyait apparaître par couples et le jour du maximum en essaims de 5 à 6; en général, d'après nos observations, le mode d'apparition de cet essaim présente des périodes de calme et des flux d'activité. Quelques-uns des météores observés appartiennent à d'autres essaims. Le plus grand nombre d'étoiles filantes a été observé entre minuit et le matin, comme d'ordinaire.

» Nos observations des Perséides des trois dernières années confirment ce qu'on avait déjà remarqué, que cet essaim possède un grand nombre de points radiants; la position de son centre principal d'émanation, d'où

(1) Pendant cette soirée, le ciel a été nébuleux.

est sorti le plus grand nombre des météores le jour du maximum, a été cette année $\alpha = 45°$, $\delta = 57°$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de quatrième degré qui admettent une intégrale de différentielle totale de première espèce.* Note de M. **Arthur Berry**, présentée par M. E. Picard.

» Dans la *Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes* de MM. Picard et Simart, il y a (p. 134-136) une brève discussion des surfaces du quatrième degré qui admettent une intégrale de différentielle totale de première espèce. Ayant trouvé deux surfaces, les auteurs ajoutent qu'il n'y a pas d'autres surfaces en dehors des cônes et des transformations homographiques de ces deux surfaces. Ce résultat a été énoncé sans démonstration par M. Poincaré (*Comptes rendus*, t. XCIX, 29 décembre 1884).

» J'ai trouvé encore trois surfaces ayant la propriété dont il s'agit.

» M. Picard a réduit le problème à l'intégration des équations différentielles

$$(1) \qquad \theta_1 \frac{\partial f}{\partial x} + \theta_2 \frac{\partial f}{\partial y} + \theta_3 \frac{\partial f}{\partial z} + \theta_4 \frac{\partial f}{\partial t} = 0,$$

$$(2) \qquad \frac{\partial \theta_1}{\partial x} + \frac{\partial \theta_2}{\partial y} + \frac{\partial \theta_3}{\partial z} + \frac{\partial \theta_4}{\partial t} = 0,$$

dans lesquelles f est une fonction homogène du quatrième degré des quatre variables x, y, z, t, et les fonctions θ sont linéaires.

» On sait que l'équation (1) peut être réduite, en général, par une transformation homographique, à l'équation plus simple

$$(3) \qquad ax\frac{\partial f}{\partial x} + by\frac{\partial f}{\partial y} + cz\frac{\partial f}{\partial z} + dt\frac{\partial f}{\partial t} = 0,$$

où les quantités a, b, c, d sont racines d'une équation algébrique auxiliaire. Mais si ces racines ne sont pas toutes distinctes, la réduction n'est pas toujours possible et l'intégrale générale de l'équation (1) a ordinairement une partie logarithmique.

» En étudiant un peu minutieusement ces cas d'exception, j'ai trouvé qu'il faudrait avoir égard à *cinq* équations différentielles, à savoir : les

trois équations

(5) $$x\frac{\partial f}{\partial x} - y\frac{\partial f}{\partial y} = 0,$$

(6) $$x\frac{\partial f}{\partial x} + y\frac{\partial f}{\partial y} + z\frac{\partial f}{\partial z} - t\frac{\partial f}{\partial t} = 0,$$

(7) $$3x\frac{\partial f}{\partial x} + 3y\frac{\partial f}{\partial y} + z\frac{\partial f}{\partial z} - t\frac{\partial f}{\partial t} = 0,$$

qui sont des cas spéciaux de (3), et les deux équations

(8) $$z\frac{\partial f}{\partial x} + t\frac{\partial f}{\partial y} = 0,$$

(9) $$y\frac{\partial f}{\partial x} + t\frac{\partial f}{\partial y} = 0,$$

qui ne le sont pas. En faisant cette réduction, j'ai mis de côté quelques équations qui conduisent ou aux cônes, ou aux surfaces rationnelles (unicursales), qui ne peuvent avoir aucune intégrale de première espèce.

» Voici les surfaces auxquelles conduit l'intégration de ces équations différentielles :

(I) $$x^2y^2 + 2xy(z, t)^2 + (z, t)^4 = 0,$$

(II) $$z^2(x, y)^2 + 2zt(x, y)^2 + t^2(x, y)^2 = 0,$$

(III) $$(xy, zt)^2 + axt^3 + byz^3 = 0,$$

(IV) $$(xt - yz)^2 + 2(xt - yz)(z, t)^2 + (z, t)^4 = 0,$$

(V) $$(2xt - y^2)^2 + 2(2xt - y^2)(z, t)^2 + (z, t)^4 = 0,$$

où j'emploie la notation $(x, y)^m$ pour un polynome homogène arbitraire du degré m.

» Les surfaces (I), (II) sont celles qui ont été signalées par M. Poincaré. La surface (IV) a une droite double ($z = t = 0$) d'une espèce supérieure, que l'on peut appeler une ligne tacnodale (*tacnodal line*), parce qu'une section plane générale y a un point tacnodal (*tac-node*). C'est un cas limite de la surface (II) qu'on trouve quand les deux droites doubles ($x = y = 0$, $z = t = 0$) s'approchent l'une de l'autre sans se rencontrer; mais l'équation (IV) n'est pas un cas spécial de l'équation (II). La surface (III) a deux points uniplanaires, à savoir : $x = z = t = 0$, $y = z = t = 0$; d'ailleurs les droites $x = z = 0$, $y = t = 0$ sont lignes simples, chacune avec le plan tangent fixe. La surface (V) a un point tacnodal $y = z = t = 0$.

» Au moyen d'une transformation birationnelle, on peut transformer chacune des cinq surfaces en un cône du troisième degré. On vérifie ainsi l'existence effective d'une intégrale de première espèce. Pour la troisième surface, j'emploie la transformation cubique

$$x' : y' : z' : t' = z^2 t : x t^2 : xyz : xyt.$$

Pour les autres surfaces, j'arrive au bout par une transformation birationnelle quadrique, qu'il ne vaut pas la peine d'indiquer ici.

» On voit ainsi que les cinq surfaces ont le genre numérique (p_n) égal à — 1. En ayant égard aussi aux cônes, on voit que *toute surface du quatrième degré admettant une intégrale de différentielle totale de première espèce a le genre numérique négatif.* »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur la solidification de l'hydrogène.* Note de M. **James Dewar**, présentée par M. Henri Moissan.

« Aussitôt que nous eûmes produit l'hydrogène liquide par 200^{cc} ou 300^{cc}, à la fin de l'année 1898, nous avons essayé de le solidifier par ébullition sous pression réduite. Dès cette époque, pour rendre plus lent l'échauffement extérieur, nous avons disposé notre appareil (*fig.* 1) de la façon suivante : De l'hydrogène liquide fut placé dans une petite éprouvette à double paroi, qui était entourée elle-même d'un bain d'hydrogène liquide renfermé dans une de nos grandes éprouvettes à double paroi et à vide de Crookes. Cette éprouvette était fermée et mise en communication, par un tube recourbé, avec une pompe qui permettait de faire le vide très rapidement. De cette façon, l'évaporation se faisait principalement dans l'espace annulaire et la surface extérieure du plus petit tube était maintenue à la même température que celle de l'hydrogène liquide de l'espace annulaire. Nous étions ainsi bien préservé de tout échauffement extérieur et, grâce à cette disposition, l'hydrogène liquide fut évaporé sous 10^{mm} environ de pression, mais aucune solidification ne se produisit. Reconnaissant que des expériences de ce genre exigeaient de grandes quantités de liquide, d'autres questions furent abordées et nous abandonnâmes momentanément nos expériences sur la solidification de l'hydrogène. Dès le début de cette année, nous avons déterminé les constantes d'un grand nombre de thermomètres à résistance électrique et, avec ceux-ci, l'abaissement progressif

des températures réalisées par l'ébullition rapide de l'hydrogène liquéfié.

» Dans le courant de ces expériences, on nota que, presque toujours, il y avait un petit suintement d'air, qui devenait apparent par le fait qu'il se congelait sous forme de neige dans l'intérieur du récipient, au point où il rencontrait la vapeur froide de l'hydrogène qui sortait. Lorsque des fils conducteurs couverts de soie doivent passer à travers des bouchons en caoutchouc, il est, en effet, très difficile, à ces températures extrêmement basses, d'empêcher des suintements, car les bouchons deviennent durs comme de la pierre et les ciments craquent et se fendillent dans tous les sens.

» L'effet de ce léger suintement d'air sur l'hydrogène liquide, lorsque la pression fut réduite au-dessous de 60^{mm}, fut très remarquable, car il se solidifia soudain en une masse mousseuse ressemblant à de l'écume gelée. Ma première impression fut que ce corps était une éponge d'air solide contenant de l'hydrogène liquide, de même que l'air ordinaire peut être, dans certaines conditions, un magma d'azote solide contenant de l'oxygène liquide. Cependant le fait que cette écume blanche s'évaporait complètement à cette basse pression, sans laisser aucune quantité appréciable d'air solide, m'amena à conclure que le corps pouvait bien être de l'hydrogène solide. Cette hypothèse fut confirmée par l'observation de ce fait, que, si l'on augmente la pression et, par conséquent, la température de l'hydrogène, le solide fond lorsque la pression atteint environ 55^{mm}. L'échec de la première expérience doit être attribué au *surrefroidissement* du liquide, qui est évité dans ce cas grâce à son contact avec les fils métalliques et à des traces d'air solide. Pour trancher définitivement la question, nous fîmes l'expérience suivante :

» Un ballon C d'environ un litre de capacité (*fig.* 2), portant soudés sur son col un petit manomètre à mercure D et un long tube de verre recourbé, fut rempli d'hydrogène pur et sec, puis scellé à la lampe.

» La portion inférieure AB du long tube fut calibrée. Elle fut entourée d'hydrogène liquide, placé dans un récipient où l'on avait fait le vide et disposé pour l'épuisement. Dès que la pression fut abaissée notablement au-dessous de la pression atmosphérique, de l'hydrogène liquide parfaitement clair commença à se réunir dans le tube AB; celui-ci put être observé s'accumulant jusqu'au moment où l'hydrogène liquide, entourant l'extérieur du tube, se transforma soudain, sous une pression de 30^{mm} à 40^{mm}, en une masse blanche ressemblant à de l'écume solide, et remplissant

presque tout l'espace annulaire. Comme il n'était pas possible d'observer l'état de l'hydrogène dans l'intérieur du tube AB recouvert d'une grande quantité de ce solide, l'appareil tout entier fut renversé, sens dessus

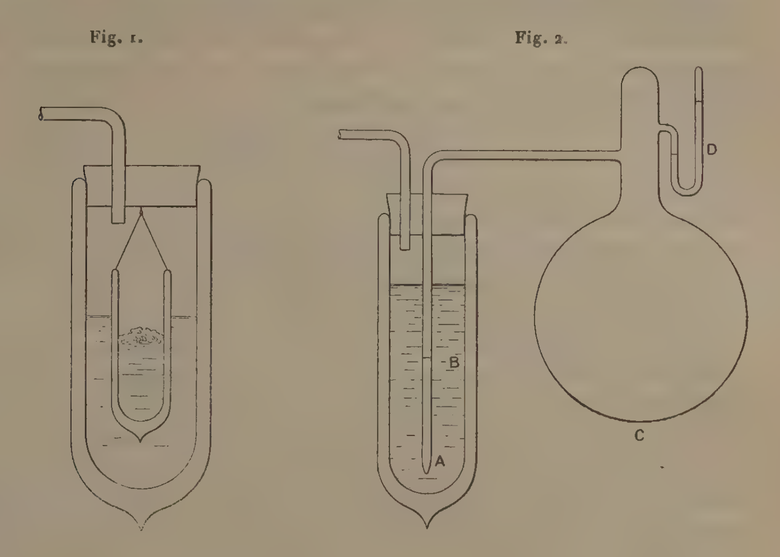


Fig. 1. Fig. 2.

dessous, afin de voir si un liquide quelconque coulerait le long de AB dans le ballon C. On n'observa aucun liquide le long du tube, de sorte que l'hydrogène devait être considéré comme solidifié.

» En plaçant une forte lumière sur le côté de l'éprouvette où l'on avait fait le vide, en face de l'œil, et en maintenant l'épuisement à environ 25^{mm}, le solide devint graduellement moins opaque, et l'on vit que la matière dans AB était une glace transparente à la partie inférieure, mais que la surface avait un aspect mousseux. Ce fait nous empêcha de déterminer la densité à l'état solide, mais on avait pu prendre la densité fluide maximum. Elle fut trouvée être de 0,086, le liquide à son point d'ébullition ayant la densité de 0,07.

» L'hydrogène solide fond lorsque la pression de la vapeur saturée atteint environ 55^{mm}. Afin de déterminer la température de fusion, deux thermomètres à hydrogène à volume constant furent employés. Ils contenaient de l'hydrogène à 0°, l'un sous une pression de $269^{mm},8$ et l'autre sous une pression de 127^{mm}. La température moyenne de ce solide fut

trouvée être 16° absolus, sous une pression de 35^{mm}. Toutes les tentatives faites pour obtenir un thermomètre de résistance électrique exact pour des observations à température aussi basse n'ont abouti qu'à des échecs [1].

» Pour le moment, le point d'ébullition, qui est 21° absolus à 760^{mm} tandis qu'il est de 16° absolus à 35^{mm}, permet d'en faire dériver la formule approchée donnant la tension de vapeur saturée de l'hydrogène liquide au-dessous de la pression atmosphérique

$$\log p = 6{,}7341 - \frac{83{,}28}{T},$$

formule dans laquelle T représente la température absolue et où la pression est exprimée en millimètres. Cette formule donne pour 55^{mm} une température de 16°,7 absolus. Le point de fusion de l'hydrogène doit être, par conséquent, voisin de 16° à 17° absolus.

» La limite pratique de température que nous pouvons produire par l'évaporation de l'hydrogène solide est de 14° à 15° absolus.

» La détermination exacte des points d'ébullition de l'hydrogène liquide sous pressions réduites fera l'objet de nouvelles recherches.

» En passant, on peut noter que la température critique de l'hydrogène étant 30° à 32° absolus, le point de fusion est représenté par un nombre qui est moitié environ de celui qui correspond à sa température critique. Une observation semblable peut être faite pour le point de fusion et la température critique de l'azote. L'apparence écumeuse du solide, lorsqu'il est produit dans un récipient vide ordinaire, est due à la faible densité du liquide et au fait qu'une ébullition rapide a lieu dans la masse entière du liquide.

» Ces expériences sur la solidification de l'hydrogène nous semblent détruire l'hypothèse que l'hydrogène puisse être un métal; on doit, à l'avenir, le classer parmi les éléments non métalliques. »

---

(1) Maintenant qu'il est définitivement prouvé que l'hélium est plus volatil que l'hydrogène, ce corps, après avoir passé à travers un tube de verre en spirale plongé dans de l'hydrogène liquide pour séparer tous les autres gaz, pourra être comparé avec le thermomètre à hydrogène.

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de croissance en spirale des appendices en voie de régénération chez les Arthropodes.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Milne-Edwards.

« I. Dans une précédente Communication à l'Académie, j'ai signalé le mode de croissance en spirale des membres en voie de régénération chez les Mantides; j'ai rappelé que ce mode spécial de croissance se constate également chez les Phasmides et chez les Blattides ([1]). J'ajoutais que cette particularité devait probablement se rencontrer chez les quatre familles d'Arthropodes, et cela pour les différents appendices ([2]).

» En ce qui concerne les Insectes, le fait est maintenant prouvé pour les membres. En outre, j'ai pu m'assurer que, après amputation, les antennes des larves de Phasmides (*Monandroptera* et *Raphiderus*) croissent en spirale jusqu'après la première mue qui suit la mutilation.

» Chez les Crustacés, le mode de croissance en spirale a été constaté chez *Cancer pagurus, Carcinus mœnas, Pagurus Bernhardus,* par H. Goodsir (*Anatomical and pathological observations;* Edimbourg, 1845).

» Parmi les Arachnides, les Aranéides le présentent nettement.

» Chez les Myriapodes, il n'a pas encore été signalé. Cela provient vraisemblablement de ce que peu de recherches ont été faites sur la régénération des membres chez ces Arthropodes. Mais il est très probable qu'il doit s'observer tout au moins chez les Myriapodes à membres très développés, tels que les Scutigères (*Scutigera*). Ces derniers présentent une particularité très remarquable. Quand ils n'ont pas encore atteint leur complet développement, on aperçoit, par transparence, dans le segment terminal du corps, des membres enroulés sous les téguments, membres qui ne deviendront libres et rectilignes qu'à la mue suivante. Après chaque mue, le corps du Scutigère comptera un segment de plus.

» II. Mais je dois faire remarquer que le mode de croissance en spirale ne se rencontre pas chez tous les Arthropodes. Chez le Homard, par exemple, les membres thoraciques en voie de régénération croissent d'une façon rectiligne. Ce fait est d'autant plus remarquable que, chez le même Crustacé,

---

([1]) Je viens de constater que M. H. Brindley avait signalé ce mode de croissance chez les Blattides (Brindley, *On certain characters of reproduced appendages in Arthropoda*, p. 9; 1898).

([2]) Mais des recherches, tant expérimentales que bibliographiques, m'ont appris que ce mode de croissance ne se rencontre pas chez tous les Arthropodes, contrairement à ce que l'on serait tenté de supposer d'abord.

les antennes mutilées croissent en spirale jusqu'à la première mue qui se produit après la mutilation.

» La différence entre ces deux modes de croissance n'est pas aussi grande qu'on pourrait le croire tout d'abord. Voyons en quoi elle consiste. Chez les Arthropodes présentant le mode de croissance en spirale, comme chez ceux qui offrent le mode de croissance rectiligne, la surface suivant laquelle se fait la séparation, entre deux articles consécutifs d'un membre, se recouvre d'une mince cuticule non chitinisée. Dans l'un et l'autre cas également, le travail de régénération ne se fait pas, dès le début, sur toute la surface de section, mais il commence vers la partie centrale, et, la rapidité de croissance en longueur étant ordinairement de beaucoup supérieure à la rapidité de croissance en diamètre, il en résulte que le rudiment de membre en voie de développement a d'abord un diamètre de beaucoup inférieur à celui du moignon demeuré en place.

» Si la croissance s'opère rapidement, ce qui a lieu le plus souvent, et si aucune turgescence ne se manifeste dans le rudiment de membre, ce dernier, par suite de sa flaccidité, est incapable de repousser fortement devant lui la mince cuticule qui recouvre la surface de section. Il ne peut que la distendre légèrement, de façon à trouver la place qui lui est nécessaire. Dans ces conditions, il est obligé de s'enrouler sur lui-même, tout en restant couvert par la cuticule qui forme une sorte de petite poche protectrice.

» Si, au contraire, la turgescence se manifeste dès le début de la croissance, le rudiment du membre en voie de formation, au lieu d'être obligé de se replier sur lui-même, est capable de refouler devant lui la mince cuticule douée d'une assez grande élasticité. Dans ce cas, rien ne l'empêche de croître d'une façon rectiligne. Cette cuticule peut même se mouler d'une façon plus ou moins parfaite sur le membre en voie de croissance et résister jusqu'au moment de la plus prochaine mue. Elle est alors rejetée avec l'ancienne enveloppe chitineuse du corps à laquelle elle est intimement liée.

» En résumé, le développement d'un membre se ferait suivant le mode spiralé, ou suivant le mode rectiligne, selon qu'il y aurait eu flaccidité ou turgescence du rudiment de ce membre de remplacement, dès le début de sa formation.

» III. En ce qui concerne les Insectes [Mantides, Blattides (1), Orthoptères sauteurs], la régénération d'une portion de membre, après *section artificielle*, se produit le plus souvent suivant le mode de croissance en spirale. J'ai cependant constaté quelques exceptions, que l'on peut expliquer assez facilement d'ailleurs et considérer comme un cas particulier du processus le plus général.

» Ainsi, chez les Phasmides, tandis qu'un membre amputé par autotomie

(1) Cf. H.-H. Brindley, *On certain characters of reproduced appendages in Arthropoda*, p. 9; 1898.

se régénère en suivant le mode de croissance en spirale, la régénération d'une portion d'un membre amputé par section artificielle a lieu suivant le mode de croissance rectiligne [voir Bordage, *Régénération des membres chez les Phasmides après des sections artificielles* (*Ann. Soc. Entom. de France*, p. 87; 1898)].

» Dans le Travail en question, après avoir indiqué que la croissance des membres autotomisés en voie de régénération s'opère avec une rapidité relativement remarquable, j'ajoutais que celle des portions de membres mutilés par des sections artificielles se fait, au contraire, avec la plus grande lenteur. Mais la partie en voie de régénération, après section artificielle, devant avoir, immédiatement après la mue la plus proche, le même diamètre que la partie terminale du moignon plus ou moins long demeuré en place, il s'ensuit que la croissance en diamètre doit être tout aussi rapide que chez les Mantides et les Blattides. Elle est même quelquefois aussi rapide que la croissance en longueur (1), et cela précisément au début du processus de régénération, mais à cette période seulement. Ensuite, elle se ralentit considérablement et obéit à la vitesse de croissance en diamètre du membre tout entier, avec laquelle elle se confond.

» De cette façon, le travail de régénération de la portion de membre qui a débuté, comme cela est la règle, vers la partie centrale de la section, a déjà gagné toute la surface de cette section, avant que le rudiment de membre ait acquis une longueur appréciable. Ce rudiment possède donc le diamètre de la partie dont il est le prolongement et sa longueur insignifiante ne le contraint pas à s'enrouler sur lui-même sous la cuticule protectrice, ce qui arriverait certainement si sa croissance en longueur était rapide et si son diamètre demeurait en même temps de beaucoup inférieur à celui du moignon qu'il doit compléter. Il peut alors distendre devant lui la mince cuticule sur toute son étendue et croître d'une façon rectiligne.

» J'ai pu constater que le même fait se produit quelquefois pour les Orthoptères sauteurs, à la suite de sections artificielles pratiquées soit sur les membres des deux paires antérieures, soit sur la partie inférieure du tibia et sur les premiers articles du tarse des pattes sauteuses. Mais ici, le fait n'est pas constant comme chez les Phasmides. Il ne se produit que dans le cas où, pour une cause quelconque, la régénération se fait avec une grande lenteur. Autrement, la croissance se fait en spirale.

» Nous avons donc là une seconde cause amenant la croissance rectiligne du membre en voie de régénération. Il convient d'ajouter que, dans ce cas, la turgescence semble aussi jouer un certain rôle. »

---

(1) Ainsi, j'ai pu constater, chez une larve de *Monandroptera inuncans*, qu'après la mue qui se produisit en premier lieu, quelque temps après la section artificielle d'un membre mesurant 2^{mm} de diamètre au point où la section avait été pratiquée, la saillie terminale formée par la partie en voie de régénération atteignait elle-même à peine 2^{mm} de longueur.

M. L. **Brach** soumet au jugement de l'Académie l'indication d'un moyen de protection pour les trains de chemins de fer en marche.

(Renvoi à la Section de Mécanique).

La séance est levée à 3 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 septembre 1899.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. T. XCI, 1re-3e parties, nouvelle série. Paris, Imprimerie nationale, 1899; 3 vol. in-8°.

Influence des changements de température sur la respiration des plantes. par M. W. Palladine. (Extr. de la *Revue générale de Botanique,* dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, t. XI, p. 241; 1899.) Paris, Paul Dupont, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1898. CXLIXe année, 5e série, t. XVI. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1899; 1 vol. in-8°.

Œuvres complètes de Christian Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences. T. VIII, *Correspondance,* 1676-1684. La Haye, Martinus Nijhoff, 1899; 1 vol. in-4°. (Hommage des Directeurs de la Société hollandaise des Sciences.)

Astrology vindicated : The zodiac of the human face, by J.-B. Schmalz. Etowah, P. O., 1898; 2 fasc. in-24. (Hommage de l'Auteur.)

Die Unität des absoluten Maass-Systems in Bezug auf magnetische und elektrische Grössen, von Franz Herntler. Budapest, 1899; 1 fasc. in-8°.

A new theory of the stability of ships, by Alfred-J. Cooper. 2nd edition, revised and enlarged. London, J.-D. Potter. (Hommage de l'Éditeur.)

Money's worth, by John-Henry Norman. London, Sampson Low, Martson and Co, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)